(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2003－229325
（P2003－229325A）
(43)公開日　平成15年８月15日(2003.8.15)

(51)Int.Cl.⁷	識別記号	ＦＩ	ﾃｰﾏｺｰﾄﾞ(参考)
Ｈ０１Ｇ　4/30	３１１	Ｈ０１Ｇ　4/30	３１１Ｅ　５Ｅ０８２

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全９頁）

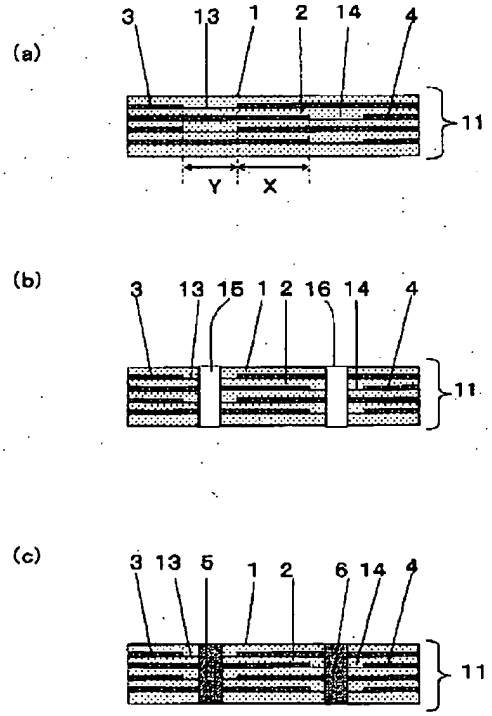
(21)出願番号　特願2002－344682(P2002－344682)
(22)出願日　平成14年11月27日(2002.11.27)
(31)優先権主張番号　特願2001－362178(P2001－362178)
(32)優先日　平成13年11月28日(2001.11.28)
(33)優先権主張国　日本（ＪＰ）

(71)出願人　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地
(72)発明者　佐藤　恒
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内
(72)発明者　伊藤　隆
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内
(72)発明者　林　桂
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　電子部品の製造方法

(57)【要約】
【課題】　本発明は、工程を大幅に短縮できるとともに、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好であり、且つ微小なビアホール導体が形成可能である多層セラミック電子部品のビアホール導体形成方法及びそれを用いたコンデンサを提供する。
【解決手段】　本発明の電子部品１０の製造方法は、バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシート２を積層するとともに、セラミックグリーンシート２間に内部電極３、４を配置した誘電体ブロック１に４００ｎｍ以下の波長のレーザ光を照射することによって積層方向に貫通する貫通孔１５、１６を形成し、且つ貫通孔１５、１６に導電性ペーストを充填してなる。



1

【特許請求の範囲】
【請求項１】　バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシートを用意する工程と、
該セラミックグリーンシート上に配線パターンとなる導体膜を形成する工程と、
該導体膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数積層して積層体を形成する工程と、
該積層体上の所定位置に、波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を照射することによって積層方向に前記セラミックグリーンシートと導体膜との双方を貫通する貫通孔を形成する工程と、
該貫通孔に導電性ペーストを充填する工程と、
該積層体を焼成する工程とを有する電子部品の製造方法。
【請求項２】　前記セラミックグリーンシートに含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）が、前記導体膜に含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）以下であることを特徴とする請求項１記載の電子部品の製造方法。
【請求項３】　前記セラミックグリーンシートは、ＵＶ吸収剤を含むことを特徴とする請求項１または２記載の電子部品の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、セラミックグリーンシートを用いた積層体上にレーザ光を用いて貫通孔を形成し、かつその貫通孔に導電性ペーストを充填してビアホール導体を形成する工程を含む電子部品の製造方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】代表的な電子部品である積層セラミックコンデンサにおいて、近年、等価直列抵抗、等価直列インダクタンスを低くするために、内部電極間をビアホール導体で接続する構造が増えてきている。
【０００３】従来の積層セラミックコンデンサの製造方法を図３に示す。
【０００４】図３（ａ）のように、誘電体層となるセラミックグリーンシート４２に、マイクロドリル又はパンチングを用いた打ち抜き法などにより、あらかじめ貫通孔４５、４６をあけておく。次に、図３（ｂ）のように、スクリーン印刷法により、セラミックグリーンシート４２上に内部電極３３、３４を印刷すると同時に、貫通孔４５、４６に導電性ペーストを充填することにより、ビアホール導体３５、３６を形成する。そして、このようにして得られたセラミックグリーンシート４２を図３（ｃ）のように貫通孔４５、４６が一致するように積層して積層体４１を形成する。その後、所望の位置で積層体４１を切断し、焼成処理することで積層セラミックコンデンサが得られる。
【特許文献１】特開平１０－２７０２８２号公報

2

【０００５】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、積層セラミックコンデンサは、小型高容量化の要求が高まり、薄膜多積層化となってきている。そして、上記貫通孔の形成方法によれば、誘電体層となるセラミックグリーンシート４２に１層毎にビアホール導体４５、４６を形成しているため、積層数が多くなると工程が非常に長くなり、上記要求に応えることができなかった。
【０００６】ここで、工程短縮のために、内部電極３３、３４を印刷したセラミックグリーンシート４２を複数積層して積層体４１を形成した後に、積層体４１の主面側からマイクロドリル、パンチング等を用いて貫通孔を形成し、この貫通孔に導電性ペーストを充填することで、積層体４１の積層方向を貫くビアホール導体３５、３６を形成する方法も考えられる。
【０００７】しかしながら、マイクロドリルを用いて積層体４１に貫通孔を開ける方法では、加工くずが内部電極３３、３４に被さってしまい、内部電極３３、３４とビアホール導体３５、３６との電気的接続が悪化するという問題があった。
【０００８】一方、パンチングを用いて積層体４１に貫通孔を開ける方法では、パンチだれが発生してしまい、内部電極３３、３４とビアホール導体の電気的接続が悪化するという問題があった。
【０００９】さらに、マイクロドリルやパンチングを用いて貫通孔を開ける方法では、ドリル径あるいはパンチ径は最小でも１５０μｍ程度であり、要求される微細加工には適していなかった。特に、貫通孔の径が小さくなると穴あけ加工中にドリルまたはパンチング用ピンが積層体４１内に入り込んで折れてしまうという問題があった。
【００１０】本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的は、工程を大幅に短縮できるとともに、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好であり、且つ微小なビアホール導体が形成可能である電子部品の製造方法を提供することにある。
【００１１】
【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するために本発明は、バインダ樹脂を含むセラミックグリーンシートを用意する工程と、該セラミックグリーンシート上に配線パターンとなる導体膜を形成する工程と、該導体膜が形成されたセラミックグリーンシートを複数積層して積層体を形成する工程と、該積層体上の所定位置に、波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を照射することによって積層方向に前記セラミックグリーンシートと導体膜との双方を貫通する貫通孔を形成する工程と、該貫通孔に導電性ペーストを充填する工程と、該積層体を焼成する工程とを有する電子部品の製造方法を提供する。
【００１２】また、前記セラミックグリーンシートに含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）が、前記

導体膜に含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）以下である。

【００１３】さらに、前記セラミックグリーンシートは、ＵＶ吸収剤を含む。

【作用】本発明の構成によれば、セラミックグリーンシートに波長が４００ｎｍ以下のレーザ光を直接照射すると、レーザの照射位置ではセラミックグリーンシートのセラミック粒子同士を保持するバインダ樹脂が分解し、セラミックグリーンシートの所望の形状が崩れてセラミック粒子がバラバラになる。即ち、バインダ樹脂に４００ｎｍ以下の波長のレーザ光が照射すると、高温を発生せずにバインダ樹脂を構成するＣ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が切断されてバインダ樹脂本来の機能を失うことになり、この照射位置に繰り返しレーザ照射を行うことにより貫通孔が形成できるものである。なお、この分解されたセラミック粒子等を吸引手段により除去しながら貫通孔を形成する方が開孔効率を向上させることができる。

【００１４】ここで、レーザ光の波長が４００ｎｍを越える場合、レーザ光による急速局所加熱により貫通孔を形成することになるため、セラミックグリーンシートに比べて融点の低い内部電極の早期蒸発が起こり、内部電極の貫通孔に露出する部分が消失し、内部電極とビアホール導体の電気的接続を不能にしてしまう。

【００１５】また、貫通孔用のレーザ光が高温を発生せずにバインダ樹脂の分子鎖を切断して貫通孔を形成するので、内部電極が貫通孔に露出した状態で形成され、これにより、内部電極とビアホール導体との接続性が向上し、抵抗値を小さくすることができる。

【００１６】また、レーザ光により貫通孔を形成するので、１００μｍ以下の径の貫通孔が容易に形成することが可能であり、１００μｍ以下の微小なビアホール導体を精度良く形成すると高密度実装や、低インダクタンス化を実現できた電子部品を提供できる。

【００１７】また、セラミックグリーンシートに含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）が、導体膜に含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）以下であるため、レーザ光の照射の際に、セラミックグリーンシートに含まれるバインダ樹脂の粘度が低くなりやすいことから、セラミック粒子が除去されやすくなり、セラミックグリーンシートが内部電極の貫通孔に露出する部分を塞いでしまうという問題点を解決できる。

【００１８】さらに、セラミックグリーンシートは、ＵＶ吸収剤を含むため、レーザ光の照射の際に、レーザ光がセラミックグリーンシートに均一に当たりやすくなることから、このことによっても、セラミック粒子が除去されやすくなり、セラミックグリーンシートが内部電極の貫通孔に露出する部分を塞いでしまうという問題点をさらに効果的に解決できる。

【００１９】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して実施の形態を説明する。図面において、なお、各符号は焼成の前後で区別しないことにする。また、代表的な電子部品として、積層セラミックコンデンサを例にとって説明する。

【００２０】図１は、本発明の積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図である。図２は、本発明の積層セラミックコンデンサの製造方法の一実施形態を示す断面図である。

【００２１】図において、積層セラミックコンデンサ１０は、誘電体ブロック１内部に配線パターンである内部電極３、４が形成され、また、誘電体ブロック１の両端側にビアホール導体５、６が形成され、ビアホール導体５、６に接続された外部電極７、８が形成されている。

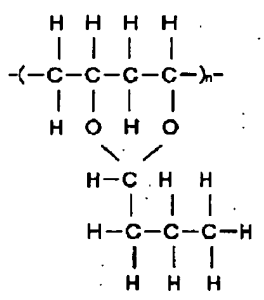
【００２２】誘電体ブロック１は、誘電体層２を複数積層して形成されている。この誘電体層２の焼成前は、セラミック粉末と焼結助剤に溶剤、可塑剤、分散材、バインダ樹脂を混合してセラミックスラリーをシート状に成型して乾燥したセラミックグリーンシートからなる。成型法にはドクターブレード法、引き上げ法、ダイコーター、グラビアロールコーターなどが用いられる。

【００２３】セラミックグリーンシートのセラミック粉末としては、チタン酸バリウム（$BaTiO_3$）等の誘電体材料に、必要に応じて無機酸化物などを混合する。焼結助剤は、焼成による収縮開始温度を低くする機能を有し、材料としてガラス成分となる液相形成物質、金属酸化物などが用いられる。溶剤としては、例えば水、トルエン、酢酸エチル、または、これらの混合物などが用いられる。可塑剤としては、例えばポリエチレングリコール、フタール酸エステルなどが用いられる。

【００２４】バインダ樹脂としては例えばポリビニルブチラール、ポリビニルアルコール、ポリビニルアセタール、セルロース、水溶性アクリル樹脂、エマルジョンなどが用いられる。中でも、ポリビニルブチラールを用いると、誘電体層２を薄層化した際に充分な強度を得ることができる点で好ましい。これらは、Ｃ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が集合した構造を有している。代表的なポリビニルブチラールの構造式を以下に示す。

【００２５】

【化１】



【００２６】また、セラミックグリーンシート２は、Ｕ

Ｖ吸収剤を含むことが望ましい。このことにより、レーザ光の照射の際に、レーザ光がセラミックグリーンシート２に均一に当たりやすくなることから、セラミック粒子が除去されやすくなり、図６に示すように、セラミックグリーンシート２が内部電極３、４の貫通孔１５、１６に露出する部分を塞いでしまうという問題点を解決できる。ＵＶ吸収剤の例としては、脱バインダ時に燃焼分解することが望ましいため、ナフタレン骨格、アントラセン骨格、アミノベンゾフェノン骨格をもつ有機化合物など、Ｃ、Ｏ、Ｈ、Ｎ原子のみからなる化合物が挙げられる。

【００２７】内部電極３、４は誘電体層２の同一平面上にそれぞれが一定間隔を開けて複数形成されており、誘電体層２を挟んで、内部電極３と内部電極４が互いに対向する領域Ｘと対向していない領域Ｙとが形成されるように配置されている。そして、内部電極３は誘電体ブロック１の主面側から数えて偶数番目の誘電体層２の上面に形成されており、この内部電極３がビアホール導体６に接続され、その他には非接触である。また、内部電極４は誘電体ブロック１の主面側から数えて偶数番目の誘電体層２の上面に形成されており、ビアホール導体５に接続され、その他は非接触である。

【００２８】内部電極３、４は、その焼成前は導電性ペーストを印刷形成してなる。導電性ペーストは、金属粉末が、有機溶剤にバインダ樹脂を溶解させた有機ビヒクル中に分散させてなるものであり、有機ビヒクル中には、これらの他、各種分散剤、活性剤、可塑剤などが必＊要に応じて添加される。

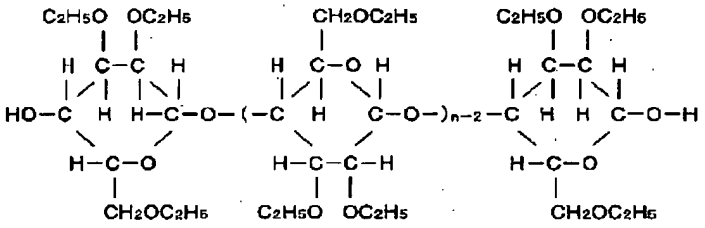
【００２９】導電性ペーストの金属粉末としては、Ｃｕ、Ｎｉ、Ａｇ、Ａｕ及びこれらの合金が用いられる。

【００３０】また、導電性ペーストに用いられる溶剤は、バインダ樹脂を溶解して金属粉末粒子を分散させ、このような混合系全体をペースト状にする役割をなし、例えば、α－テルピネオールやベンジルアルコール等のアルコール系や炭化水素系・エーテル系・ＢＣＡ（ブチルカルビトールアセテート）等のエステル系・ナフサ等が用いられ、特に、金属粉末の分散性を良くするという観点からは、α－テルピネオール等のアルコール系溶剤を用いることが好ましい。

【００３１】導電性ペーストに用いられるバインダ樹脂は、金属粉末を均質に分散させるとともに貫通孔１５、１６への埋め込みに適正な粘度とレオロジーを与える役割をもっており、例えば、アクリル樹脂やフェノール樹脂・アルキッド樹脂・ロジンエステル・エチルセルロース・メチルセルロース・ＰＶＡ（ポリビニルアルコール）・ポリビニルブチラート等が用いられる。特に、印刷性状を良好にするという観点からは、エチルセルロースを用いることが好ましい。これらは、セラミックグリーンシートに用いられるバインダ樹脂と同様にＣ－Ｃ結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖が集合した構造を有している。代表的なエチルセルロースの構造式を以下に示す。

【００３２】

【化２】



【００３３】ここで、セラミックグリーンシート２に含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）が、導体膜３、４に含まれるバインダ樹脂のガラス転移温度（Ｔｇ）より低いことが望ましい。このことにより、レーザ光の照射の際に、セラミックグリーンシート２に含まれるバインダ樹脂の粘度が低くなりやすいことから、セラミック粒子が除去されやすくなり、図６に示すように、セラミックグリーンシート２が内部電極３、４の貫通孔１５、１６に露出する部分を塞いでしまうという問題点を解決できる。このため、例えば、セラミックグリーンシート２に含まれるバインダ樹脂としてポリビニルブチラール（Ｔｇ：６０～８０℃）を用いた場合、導体膜３、４に含まれるバインダ樹脂としてエチルセルロース（Ｔｇ：１４０～１６０℃）を用いると良い。

【００３４】有機ビヒクル中の分散剤としては、例えばロジン、グリセリン、オクタデシルアミン、トリクロロ※酢酸、オレイン酸、オクタジエン、オレイン酸エチル、モノオレイン酸グリセリン、トリオレイン酸グリセリン、トリステアリン酸グリセリン、メンセーデン油などが用いられる。

【００３５】ビアホール導体５、６は本発明の貫通孔１５、１６（図２（ｂ）参照、以下同じ）内に導電性ペーストを充填して形成されている。

【００３６】貫通孔１５、１６の形成に使用されるレーザは、４００ｎｍ以下の波長のレーザが用いられ、好ましくは２００ｎｍ～３５０ｎｍの波長のレーザが用いられる。４００ｎｍ以上ではバインダ樹脂の分子鎖を切るレーザ光とはならず、レーザ光による急速局所加熱でバインダ樹脂が熱分解とセラミック構成部分の蒸発が起こり、貫通孔１５、１６に内部電極３、４が露出させることができない。特に３５０ｎｍ以下であるとバインダ樹脂の分子間同士で結合している分子鎖、例えば、Ｃ－Ｃ

結合、Ｃ－Ｈ結合、Ｃ－Ｏ結合の分子鎖を切断できる種類が多くなり貫通孔１５、１６を形成しやすくなる。なお、２００ｎｍ以下の波長のレーザを現在形成することは困難である。

【００３７】レーザの種類としてはＵＶ－ＹＡＧレーザあるいはエキシマレーザなどが使用できる。特に４００ｎｍ以下の波長のレーザを用い、径が１００μｍ以下で貫通孔１５、１６を精度良く形成するためには、特にＵＶ－ＹＡＧレーザが好適である。

【００３８】なお、貫通孔１５、１６を形成するのにバインダ樹脂が分解したセラミック粉末を除去する除去手段を有するのが好ましい。

【００３９】即ち、レーザ光の照射と同時に除去手段を用いると、分解したセラミック粉末で照射位置が覆われず、常に、直接、バインダ樹脂にレーザ光を照射させることができ、開孔効率を向上させることができる。

【００４０】また、貫通孔１５、１６を形成した後に除去手段を用いる方法としては、水中に浸して超音波洗浄を行うことにより、残留した加工くずを完全に除去しても良い。更に、貫通孔１５、１６内に空気流を吹き付けて、貫通孔１５、１６内のくずを除去してもよい。貫通孔１５、１６を形成後でも、除去手段を用いることにより貫通孔１５、１６内壁に付着したセラミックグリーンシート２の加工くずを完全に除去することができ、内部電極３、４とビアホール導体５、６を確実に接続することができる。

【００４１】この貫通孔１５、１６は、内部電極３、４が互いに対向しない領域Ｙ、具体的には奇数番目の誘電体層１２の領域１３と偶数番目の誘電体層１２の領域１４の中心を貫通している。

【００４２】貫通孔１５、１６に充填される導電性ペーストとしては、内部電極３、４がＮｉを主成分とする場合、Ｃｕ、Ｎｉ、及びセラミックグリーンシート２に含まれるセラミック粒子と略同一成分の含有量を夫々ａ、ｂ、ｃとした場合、体積比で０．０１≦ａ≦０．３、０．５≦ｂ≦０．９、０．０１≦ｃ≦０．２、ａ＋ｂ＋ｃ＝１の範囲にあることが望ましい。すなわち、ａが０．０１未満である場合、Ｎｉを主成分とする内部電極３、４との電気的接続が不十分となる。一方、ａが０．３を超える場合、ＣｕはＮｉより融点が低く、焼成時に蒸発しやすいため、ビアホール導体５、６内の空隙が多くなってしまう。また、ｂが０．５未満である場合、ＣｕはＮｉより融点が低く、焼成時に蒸発しやすいため、ビアホール導体５、６内の空隙が多くなってしまう。一方、ｂが０．９を超える場合、Ｎｉを主成分とする内部電極３、４との電気的接続が不十分となる。さらに、ｃが０．０１未満である場合、焼成時にビアホール導体５、６の焼結がセラミックグリーンシート２より早く起こり、クラックの原因となる。一方、ｃが０．２を超える場合、ビアホール導体５、６の導電性が低下する。この貫通孔１５、１６に充填した導電性ペーストをセラミックグリーンシートとの一体焼成によって形成できる。この様に形成したビアホール導体５が内部電極３を貫通して電気的に接続し、ビアホール導体６が内部電極４を貫通し手電気的に接続されることになる。

【００４３】このようにして形成したビアホール導体５、６のうち、ビアホール導体５は誘電体ブロック１の主面に形成した外部電極７に接続され、ビアホール導体６は誘電体ブロック１の主面に形成した外部電極８に接続される。これにより、内部電極３、４の各々が対向することで、容量成分を形成することができる。

【００４４】外部電極７、８は、内部電極と同じ材料が用いられ、セラミックグリーンシートを一体焼成した後に印刷にて形成される。

【００４５】次に、本発明の電子部品の製造方法を説明する。なお、積層セラミックコンデンサ１０の製造方法の例について説明する。

【００４６】セラミック粉末と焼結助剤に溶剤、分散剤、バインダ樹脂などを混合したスラリーから、ドクターブレード法で、誘電体層となるセラミックグリーンシート２を成型する。

【００４７】成型された複数のセラミックグリーンシート２に内部電極３、４をそれぞれ形成し、図２（ａ）に示すように、内部電極３と内部電極４のそれぞれが形成された２種類のセラミックグリーンシート２を交互に所要枚数を積み重ね、その上下から加圧焼成して積層体１１を形成する。

【００４８】次に、図２（ｂ）に示すように、積層体１１の主面に波長が３５０ｎｍのＵＶ－ＹＡＧレーザを照射する。レーザ光の照射は、バースト加工、すなわちレーザ光の径を目的の貫通孔１５、１６の径よりも細くして、レーザ光の照射を繰り返すことにより、貫通孔１５、１６を形成する。すなわち、まず、図４（ａ）に示すように、貫通孔１５、１６となる領域のほぼ中心部にレーザ光L_aを照射することにより、中心貫通孔１５ａ、１６ａを形成する。次に、図４（ｂ）に示すように、積層体１１を貫通するように、中心貫通孔１５ａ、１６ａの周辺に穿設位置を移動させながら、渦巻状に徐々に外側にレーザ光L_nを照射していき、貫通孔１５、１６となる領域の周辺位置まで周辺貫通孔１５ｎ、１６ｎをあけていく。このことにより、図４（ｃ）に示すように貫通孔１５、１６を略円柱状にする。

【００４９】このため、積層体１１の積層数が１００層以上である場合も、レーザ光L_nの照射による加工熱が中心貫通孔１５ａ、１６ａを通って上下に放散するため、図７に示すように、内部電極となる導体膜３、４の早期蒸発により、導体膜３、４の貫通孔１５、１６内に露出する部分が消失し、内部電極３、４とビアホール導体５、６の電気的接続を不能にするという問題点を解決できる。そして、内部電極となる導体膜３、４が貫通孔

１５、１６に露出した状態で形成され、これにより、内部電極３、４とビアホール導体５、６との接続性が向上し、抵抗値を小さくすることができる。

【００５０】また、レーザ光のパルス周波数は、１～３０ｋＨｚ（パルス周期０．０３４～１ｍｓ）の範囲にあることが望ましい。すなわち、レーザ光のパルス周波数が１ｋＨｚより低い場合、レーザ光による穿設時間が長くなり、生産性が低下するという問題点がある。一方、レーザ光のパルス周波数が３０ｋＨｚより高い場合、レーザ光の照射による加工熱が大きくなり、内部電極となる導体膜３、４の早期蒸発により、内部電極３、４とビアホール導体５、６の電気的接続を不能にしてしまう。

【００５１】この場合、レーザ照射と同時に、バインダ樹脂が分解しバラバラになったセラミック粉末の真空引きを行う。

【００５２】次に、貫通孔１５、１６が形成された積層体１１を水中に浸して超音波洗浄を行うことにより、残留した加工くずを完全に除去する。更に、図２（ｃ）に示すように、形成された貫通孔１５、１６内に、スクリーン印刷法により、ビアホール導体５、６となる導電性ペーストを充填する。これによってビアホール導体５、６が形成される。

【００５３】更に、積層体１１を押し切り刃で誘電体ブロック１にカットする。積層体１１が厚い場合はダイシング方式でカットをするのが望ましい。

【００５４】次に誘電体ブロック１は、２５０℃～４００℃の炉でバインダ樹脂を除いた後、本焼成炉に入れてセラミック材料の適温で誘電体層２、内部電極３、４、ビアホール導体５、６を同時に１２５０～１３００℃で高温焼結を行う。

【００５５】その後、各ビアホール導体５、６を外部と電気的に接続するために、導電性ペーストをスクリーン印刷等で塗布し焼き付け外部電極７、８を焼結体の主面に形成する。このようにして、図１に示すような積層セラミックコンデンサ１０が得られる。

【００５６】なお、本発明は以上の実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更・改良を加えることは何ら差し支えない。

【００５７】図５は、積層体に貫通孔を形成する工程の他の実施の形態を説明する図である。図によれば、レーザ光L_aは、図５（ａ）に示すように、貫通孔１５、１６となる領域のほぼ中心部にレーザ光L_aを照射することにより、中心貫通孔１５ａ、１６ａを形成する。次に、図５（ｂ）に示すように、積層体１１上に渦巻状に徐々に外側にレーザ光L_nを照射していき、貫通孔１５、１６となる部分の周辺位置まで略円盤状の穴１５ｎ、１６ｎをあけていく。具体的には、旋回加工、円周加工、サイクル加工、トレパン加工などが用いられる。このとき、1回の穴１５ｎ、１６ｎの形成では貫通させずに、複数回の穴１５ｎ、１６ｎの形成を繰り返して、図５（ｃ）に示すように、貫通孔１５、１６を形成する。

【００５８】このような方法によれば、１回のレーザ光L_nの照射による加工熱をさらに小さくできるため、内部電極となる導体膜３、４の早期蒸発により、内部電極３、４とビアホール導体５、６の電気的接続を不能にするという問題点をさらに効果的に解決できる。

【００５９】また、ビアホール導体は、誘電体ブロック内に複数個設けても良い。このことにより、寄生インダクタンスの少ない積層セラミックコンデンサを提供することができる。更に、１個の誘電体ブロック内に、複数個のコンデンサ素子を内蔵させても良く、例えば、内蔵するコンデンサ素子の内部電極の面積を変えて、容量の異なるコンデンサ素子を同一誘電体ブロック内に内蔵させても良い。また、本発明は、積層セラミックコンデンサ以外の電子部品にも適用できる。

【００６０】

【発明の効果】本発明の構成によれば、４００ｎｍ以下の波長のレーザ光によりセラミックグリーンシートのバインダ樹脂を構成する分子鎖を切断して貫通孔を形成したビアホール導体であるので、内部電極が貫通孔内に確実に露出され、内部電極とビアホール導体の電気的接続が良好にできる電子部品が製造できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図である。

【図２】積層セラミックコンデンサの製造方法の一実施形態を示す断面図であり、（ａ）はセラミックグリーンシート積層後、（ｂ）は貫通孔形成後、（ｃ）はビアホール導体形成後を示す図である。

【図３】従来の積層セラミックコンデンサの一実施形態を示す断面図であり、（ａ）は貫通孔形成後、（ｂ）は内部電極及びビアホール導体形成後、（ｃ）はセラミックグリーンシート積層後を示す図である。

【図４】図２（ｂ）において、積層体に貫通孔を形成する工程を説明する図であり、（ａ）は貫通孔となる領域の中心にレーザ光を照射した後、（ｂ）はレーザ光によるバースト加工の途中の状態（ｃ）は貫通孔の形成が終了した後である。

【図５】図２（ｂ）において、積層体に貫通孔を形成する工程の他の実施の形態を説明する図であり、（ａ）は貫通孔となる領域の中心にレーザ光を照射した後、（ｂ）はレーザ光による1回目の旋回加工後、（ｃ）は貫通孔の形成が終了した後である。

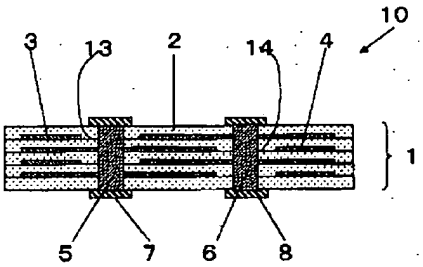
【図６】図２（ｂ）において、セラミックグリーンシートが、導体膜が貫通孔内に露出した部分を塞いだ状態を示す部分拡大図である。

【図７】図２（ｂ）において、内部電極となる導体膜の早期蒸発により、導体膜が貫通孔内に露出する部分が消失した状態を示す部分拡大図である。

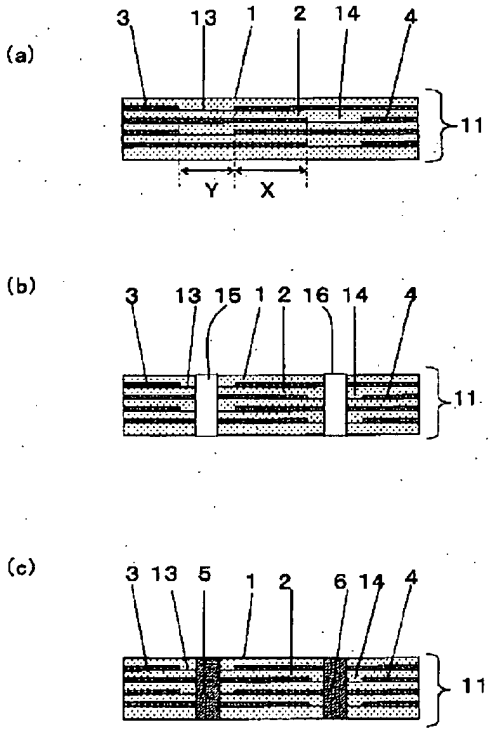
【符号の説明】

１０	積層セラミックコンデンサ
１	誘電体ブロック
２	誘電体層
３、４	内部電極（配線パターン）
５、６	ビアホール導体
７、８	外部電極
１１	積層体
１３、１４	電極のない領域
１５、１６	貫通孔
Ｌ	レーザ光

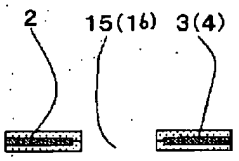
【図１】



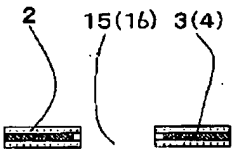
【図２】



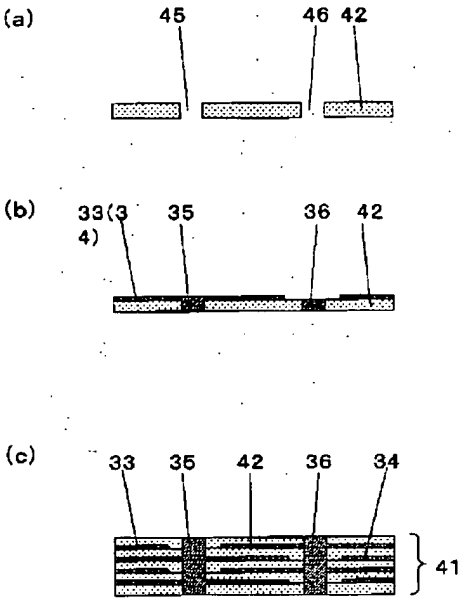
【図６】



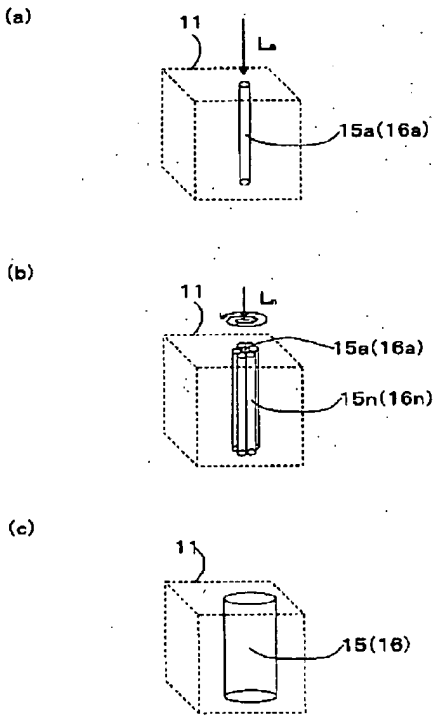
【図７】



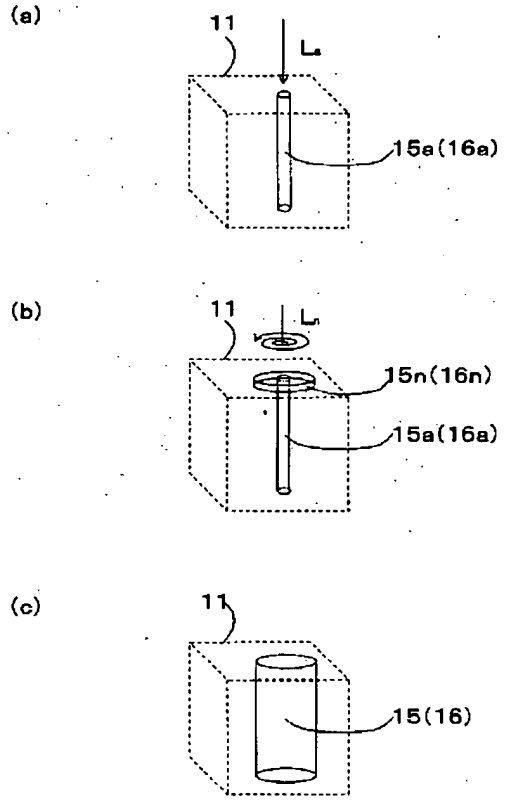
【図3】


(a)
45
46
42
(b)
33(34)
35
36
42
(c)
33
35
42
36
34
41

【図4】


(a)
11
15a(16a)
(b)
11
15a(16a)
15n(16n)
(c)
11
15(16)

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者　長澤　忠
鹿児島県国分市山下町１番１号　京セラ株式会社鹿児島国分工場内

Ｆターム(参考)　5E082 AB03 BC14 BC40 FG06 FG26 FG54 JJ03 JJ15 JJ23 LL01 LL02 MM05 MM24 PP06 PP09